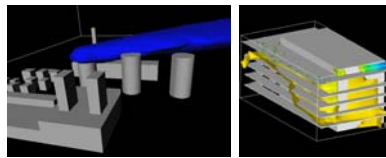


PHOENICS-CVD



Inhalt

- Technische Beschreibung
- Programmbedienung
- Validierung
- Referenzen

Technische Beschreibung



- **Zusätzlich zu den PHOENICS-Fähigkeiten bietet PHOENICS-CVD folgende Simulationsmodelle an:**
 - Mehrkomponenten-Gase
 - Strahlungsmodell: Surface-to-Surface Modell
 - Gas und Oberflächenreaktionen
 - Plasmamodellierung

Mehrkomponenten Gase



- **Bis zu 30 Spezies können berücksichtigt werden**
- **Die Gemischeigenschaften können wie folgt ermittelt werden:**
 - Lokale Konzentrationen und Bedingungen oder
 - Eigenschaften des Trägergases und lokale Bedingungen, oder
 - Eigenschaften des Trägergases und eine Referenztemperatur
- **Molekulare Diffusion:**
 - Fickischer Ansatz
 - Wilkscher Ansatz
 - Stefan-Maxwellscher Ansatz
- **Thermische Diffusion:**
 - Clark-Jonesche oder Exakt
 - Starre Kugel oder Leonard Jones

Strahlungsmodell



- **Conjugate Heat Transfer kompatibel**
- **unterstützt semi-transparente Medien**
- **Thermische Zonen werden auf Wandflächen definiert.**
- **Sichtfaktoren werden zwischen den thermischen Zonen berechnet.**
- **Matrix für die Koeffizienten des Strahlungsaustauschs wird erstellt.**
- **Optische Eigenschaften der Oberflächen:**
 - Spektrale Bänder
 - temperaturabhängig

Chemie



- **Gasreaktionen:**
 - Arrhenius
 - Lindemann
 - Troe (9 oder 10 Parameter)
 - eigene Modelle (Beispiele vorhanden)
- **Oberflächenreaktionen:**
 - Langmuir-Hinshelwood
 - Reaktionshaftungskoeffizient
 - kinetisch- oder diffusionsbedingte Reaktionen
 - eigene Modelle
 - erweitert: Adsorption
- **Stiffness:**
 - Quelltermlinearisation
 - automatische Relaxation (False Time Step)
 - Stiff-Solver (Punkt für Punkt)

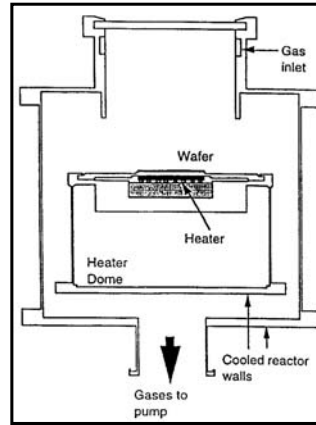
- **Effectives Drift-Diffusion Model**
 - Plasma charakteristische Länge \ll Reaktordimensionen
 - Elektronenfrequenzen \gg RF-Frequenzen
 - Ionenfrequenzen \ll RF-Frequenzen
- **Zusätzliche Gleichungen für:**
 - Elektronendichte
 - Elektronentemperatur
 - Komplexe Strompotential
- **Gas- und Oberflächenreaktionen können durch Plasma beeinflusst werden**

- **Menü**
 - Spezielle Menüs für CVD
 - Thermische Zonen werden automatisch erstellt
 - getrennte Ansicht der Randbedingungen für:
 - Chemie
 - Strahlung
 - Plasma
- **Parallel wird eine Q1-Datei erstellt.**
- **Transport-, themodynamische, chemische und optische Eigenschaften werden in erweiterbaren ASCII-Dateien zur Verfügung gestellt.**
- **Besonderheiten:**
 - Eintrittsbedingungen in sccm
 - Shower Plates

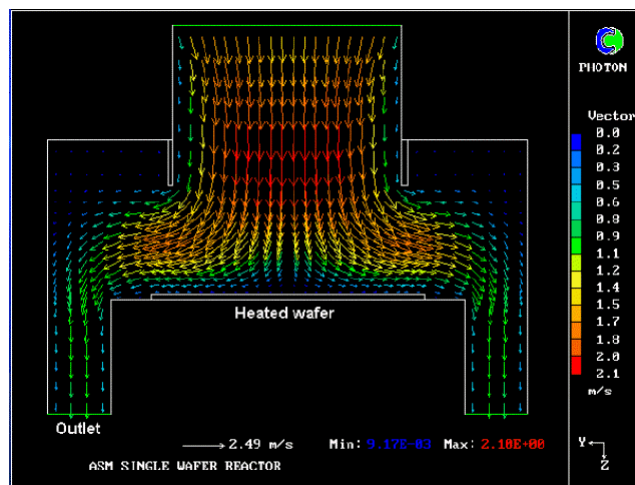
Validierung 1



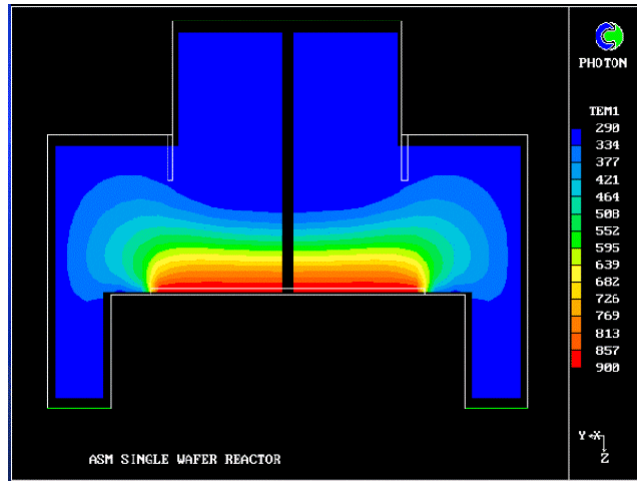
- Kalte Wände
- Ein Wafer
- Wolfram-Abscheidung



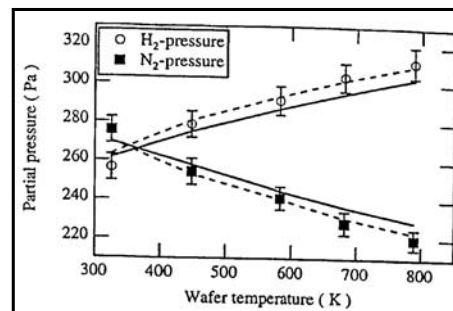
PHOENICS - Agenda



PHOENICS - Agenda

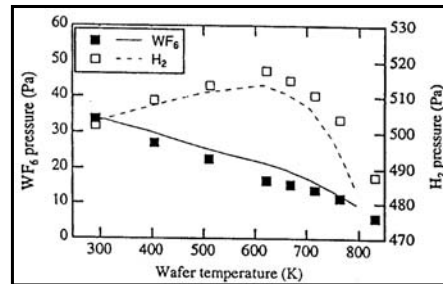


- H_2 / N_2 -Gemisch
- Thermische Diffusion (Soret)



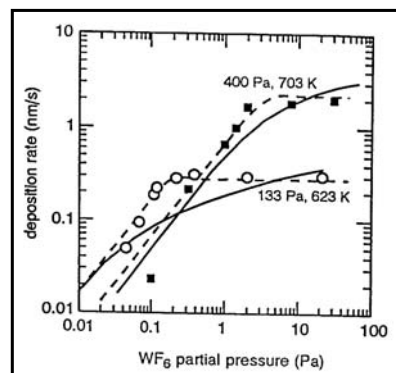
— Lennard-Jones Parameter
 - - - Starre Kugel

- $WF_6 + 3H_2 = W_{(s)} + 6 HF$
- Einfluß der thermischen Diffusion bei niedrigen Temperaturen
- Oberflächenreaktionen bei hohen Temperaturen



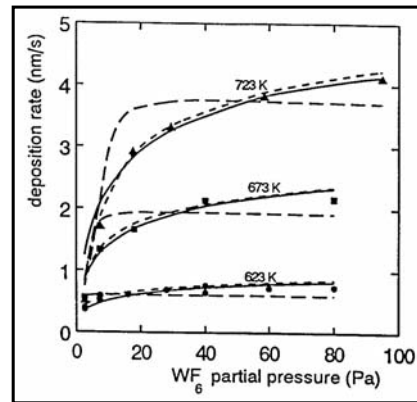
- Ablagerungsrate
- Zwei Chemiemodelle:
 - Detaillierte Chemie
 - Empirisches Modell

—
- - -



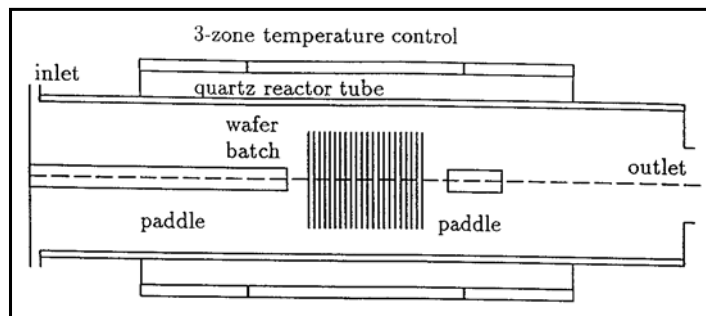
- **Ablagerungsrate:**

- Detaillierte Chemie korrigiert ———
- Empirisches Modell 1 - - - -
- Empirisches Modell 2 - · - · -

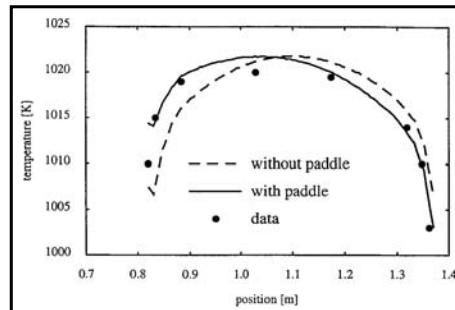


Validierung 2

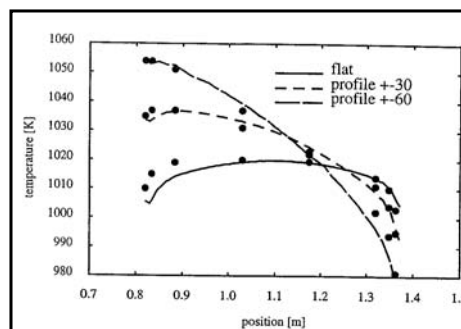
- **Heiße Wände**
- **Batchreaktor**

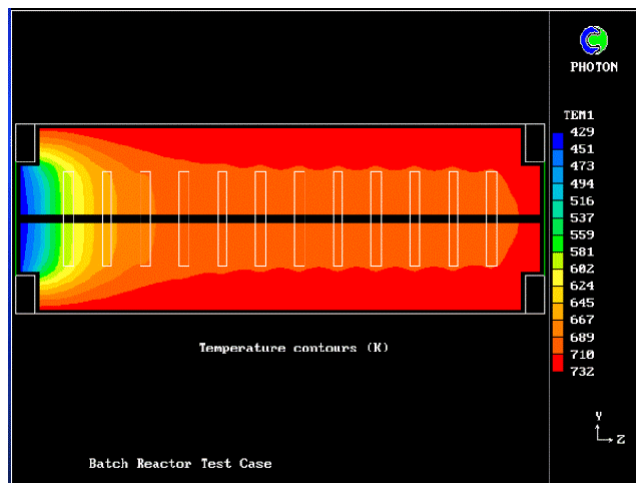
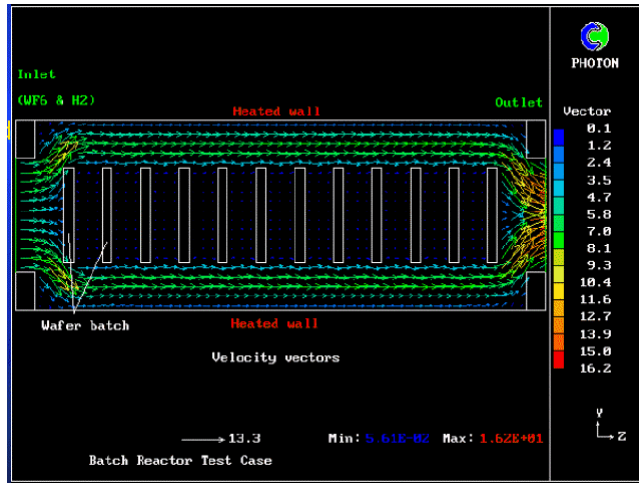


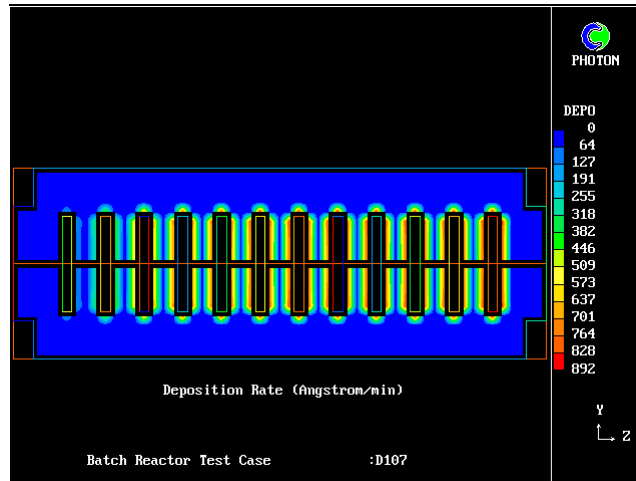
- Einfluß von Geometriedetails auf die Strahlung und die Temperaturverteilung
- Gleichmäßige Erwärmung
- Temperaturen auf der Achse



- Leerer Reaktor
- Unterschiedliche Erwärmungsprofile

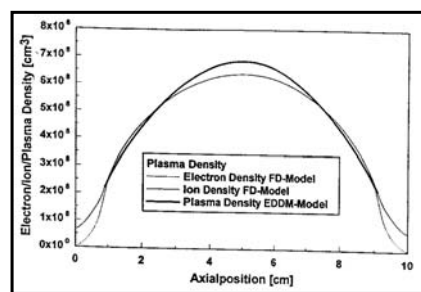
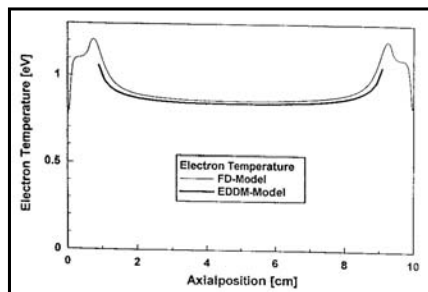


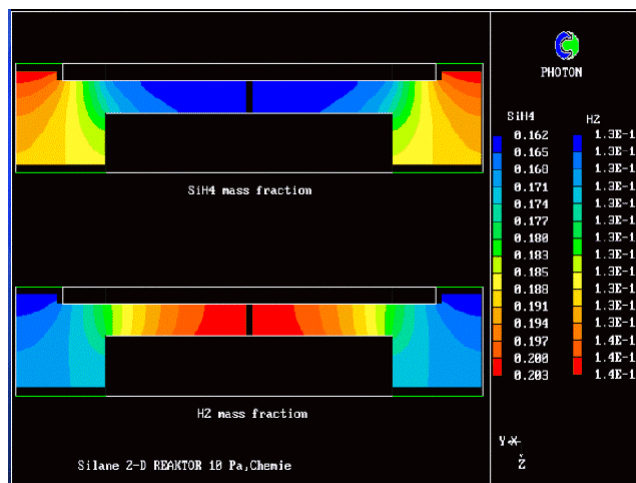
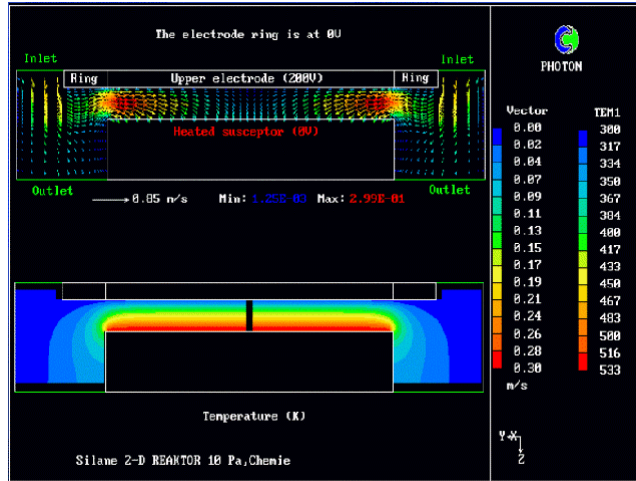


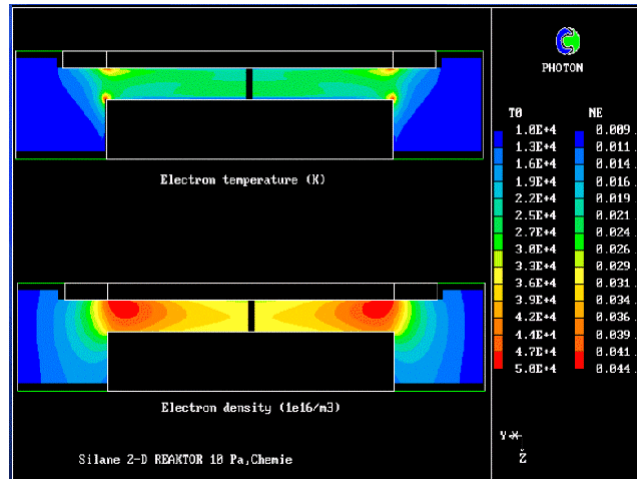


Validierung 3:

Forschungsreaktor / Plasma







Referenzen

- CAD Walk
- Infineon AG
- Siemens AG
- steag RTP Systems GmbH
- Lehrstuhl für Theoretische Hüttenkunde, RWTH Aachen
- Zentrum für Mikrotechnologien, TU-Chemnitz-Zwickau

Referenzen



- Fujitsi Eurpean Centre for Information - Japan
- Sumitomo Eletrical Industries - Japan
- Mitsubishi materials Corpo - Japan
- Toyota Technological Institute - Japan
- Nippon Sanso Corp - Japan
- Osaka City Uni - Japan
- Nippon Steel Corporation - Japan
- Super Silicon Crystal Research - Japan
- ULVAC - Japan
- Seiko Epson Corp - Japan
- Konatsu Ltd - Japan

- Dai-Dan Co Ltd - Singapore

- Nuclear Power Corporation - India

- IPS Ltd - Korea
- Chonbuk University - Korea
- Seoul National University - Korea

- National Taipei Univesity - Taiwan

- Maryland University - USA
- Airblender Products - USA
-
- Antwerp University - Belgium
- All Russian Termo Engineering - Russia
- KTH - Sweden
- Eindhoven University - Netherlands
- European Commission Joint Research Centre - Italy